

УДК 622

К ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПАЙКИ PDC-РЕЗЦОВ К КОРПУСУ АЛМАЗНОГО ДОЛОТА

Чкиря А.¹, аспирант гр. А2.8.8-23-ГОТиМ, III курс, Мартюшова А.А.², к.т.н.,
ведущий инженер

Научный руководитель: Мнацаканян В.У.¹, д.т.н., профессор

¹НИТУ МИСИС, Москва

²АО «Метрогипротранс», Москва

Алмазное буровое долото, оснащённое PDC-резцами (*polycrystalline diamond compact*), представляет собой перспективный породоразрушающий инструмент, при помощи которого в горной и нефтегазовой промышленности осуществляют бурение скважин различного назначения [1]. Наличие алмазных режущих элементов гарантирует разрушение пород разной крепости. При этом в зависимости от диаметра инструмента и числа используемых резцов стоимость долота может превышать полумиллиона рублей, что определяет комплекс достаточно жестких требований к надёжности его конструкции и ресурсу.

Возникающие при бурении преждевременные отказы инструмента часто связаны с выпадением или интенсивным изнашиванием алмазных резцов, выкрашиванием и деформацией элементов корпуса. Все это указывает на актуальность задач, связанных с необходимостью разработки эффективных конструкторско-технологических предложений, направленных на достижение высоких показателей ресурса и долговечности дорогостоящего инструмента [2]. Так, ведущими компаниями-разработчиками бурового инструмента непрерывно проводятся работы по совершенствованию конструкции режущей части долот и способов ее крепления к корпусу инструмента, исследования в области разработки новых композиционных материалов, износостойких покрытий для режущих элементов с учетом комплекса эксплуатационных факторов, а также в направлении совершенствования технологии и повышения качества изготовления долот.

Алмазное долото достаточно сложный технический продукт, представляющий собой сборочную единицу (рис. 1), для изготовления которой на начальном этапе техпроцесса выполняется трудоемкая механическая обработка фасонных элементов корпуса, а на заключительном, сборочном этапе осуществляется припаивание PDC-резцов в предусмотренные для них гнезда и соединение готового корпуса с ниппелем.

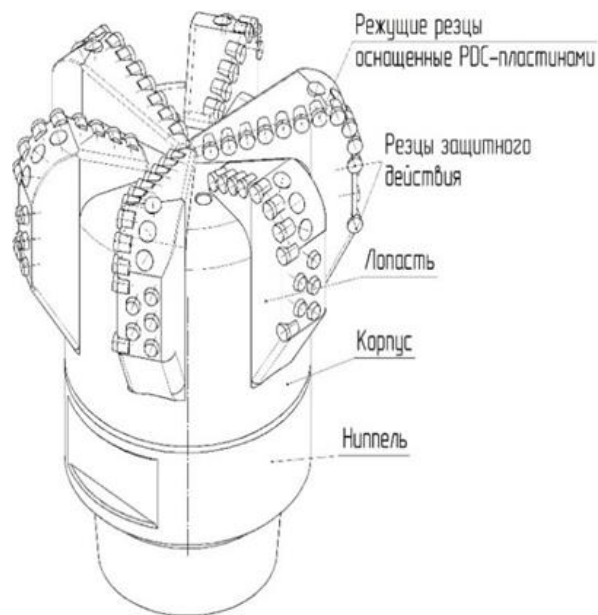


Рис. 1 – Конструктивные особенности бурового долота с PDC-резцами

Таким образом, для большого числа видов долот с PDC-резцами при их изготовлении выполняются практически идентичные операции. При этом использование для механообработки современных станков и обрабатывающих центров с ЧПУ позволяет существенно снизить трудоемкость токарной и комплексной фрезерной обработки сложного профиля корпуса, с обеспечением требуемых параметров размерной точности исполнительных поверхностей, а также точности их относительного положения. Вместе с тем пайка PDC-резцов, осуществляемая вручную, все еще остается весьма трудоемким технологическим процессом, качество выполнения которого во многом определяется выбранным способом пайки и квалификацией рабочих, осуществляющих данную операцию.

Качество пайки PDC-резцов к корпусу бурового инструмента является важнейшим фактором, определяющим ресурс инструмента. Несомненно, одно из направлений повышения качества изготовления долот состоит в автоматизации технологического процесса изготовления инструмента [3]. Однако уровень автоматизации выполняемых сборочных операций в части пайки значительного числа резцов до сих пор остается крайне низким. Это обусловлено, прежде всего, отсутствием специализированных сборочных роботов, а также отсутствием рекомендаций по совершенствованию технологии пайки PDC-резцов для условий автоматизированного производства [4].

В настоящее время используются 3 технологии пайки резцов, каждая из которых имеет преимущества и недостатки [5]:

1. пайка погружением в расплавленный припой;
2. газопламенная пайка;

3. индукционная пайка.

Первый способ применяется для пайки резцов к корпусу коронок для колонкового бурения. Паяемые поверхности после предварительной обработки и флюсования в растворе буры погружаются в ванну с расплавленным припоем, что исключает попадание посторонних частиц и воздействие кислорода на контактные поверхности. При этом обеспечивается гарантированное покрытие припоем всей площади контакта под пайку, а также возможен точный контроль температуры. Данный способ отличается стабильным качеством пайки. Однако главный его недостаток состоит в отсутствии возможности визуального контроля позиционирования резцов в гнездах. Смещение резца относительно посадочного места нарушает требуемую точность его установки, что в свою очередь может привести к его выпадению из гнезда из-за перегрузки, а, следовательно, снижению ресурса и повышению вероятности отказа бурового инструмента.

Газопламенная пайка наиболее распространенная, так как не требует сложного и специфичного оборудования. Применяется для изготовления и ремонта лопастных алмазных долот, позволяет визуально контролировать процесс пайки, а также точность установки резца. Вместе с тем одним из главных недостатков данного процесса является используемый капиллярный способ подачи припоя к месту соединения, который не всегда может обеспечить гарантированное заполнение технологического зазора в особенности, при наличии «глухого» соединения. Также здесь возникают сложности с контролем температуры, кроме того, пайка вручную не позволяет обеспечить повторяемость качества пайки для всех резцов.

Индукционная пайка является менее распространенной, так как требует использования сложного и дорогостоящего оборудования. В этом случае для нагрева используется индуктор необходимой формы, а сам нагрев происходит за счет токов высокой частоты (ТВЧ). Режимы ТВЧ позволяют достаточно точно определить глубину нагрева соединяемых элементов. При данном процессе весьма удобно контролировать количество подачи припоя к месту соединения и визуально оценивать качество пайки. Вместе с тем из-за капиллярного метода ввода припоя, как и в предыдущем случае, сложно контролировать полноту покрытия припоем паяемых поверхностей.

Из вышеприведенного анализа вытекает, что применение капиллярной пайки практически исключает возможность автоматизации данной операции, так как метод характеризуется низким коэффициентом параллельности выполняемых переходов. Для повышения производительности процесса данную операцию, как правило, выполняют два человека, один фиксирует резец в гнезде в требуемом положении, другой вводит порцию расплавленного припоя в технологический зазор. При этом контролировать температуру нагрева соединяемых поверхностей, полноценность растекания припоя в зазоре и качество выполненного соединения достаточно сложно. Исходя из этого, для возможности автоматизации процесса пайки резцов,

получения стабильного качества и обеспечения должного ресурса соединения необходимо решить следующие задачи:

- предложить новый, наиболее приспособленный к автоматизированному производству, способ введения припоя на паяемые поверхности резца и гнезда корпуса;
- разработать конструкцию приспособления для одновременной пайки группы резцов при обеспечении требуемой точности их позиционирования;
- разработать технологию автоматизированной пайки PDC-резцов к корпусу долота.

Список литературы

1. Волик Д.А. Буровые породоразрушающие инструменты: Учеб.пособие для вузов. - М.: РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2014. - 94 с.: ил.
2. Нескоромных, В. В. Разрушение горных пород при бурении скважин алмазным буровым инструментом: монография / В. В. Нескоромных, М. С. Попова, Л. Баочанг. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2020. – 268 с.
3. Мартюшова А.А., Нгуен Тхэ Винь, Мнацаканян В.У. Проработка условий собираемости при автоматической установке ниппеля в корпус долота // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. – 2023. – №19. – С. 180-184
4. Мартюшова А.А., Хазанова О.В., Новикова А.Д. Формирование позиционной точности соединения ниппель - корпус алмазного долота // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. – 2022. – №16. – С. 127-132.
5. Третьяк А.А. Технология бурения скважин коронками, армированными алмазно-твердосплавными алмазно-твердосплавными пластинами. Монография, И.Д. “Политехник”, Новочеркасск, 2016 г., 300с.